

(51) Int. Cl. 6

G11B 5/31  
C23C 14/06  
16/50  
G11B 5/187  
5/255

識別記号

7303-5D  
7303-5D

F I

G11B 5/31  
C23C 14/06  
16/50  
G11B 5/187  
5/255

D

F

K

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-280763

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(22)出願日 平成7年(1995)10月27日

(72)発明者 東 和文

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 天辰 篤志

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 弁理士 薄田 利幸

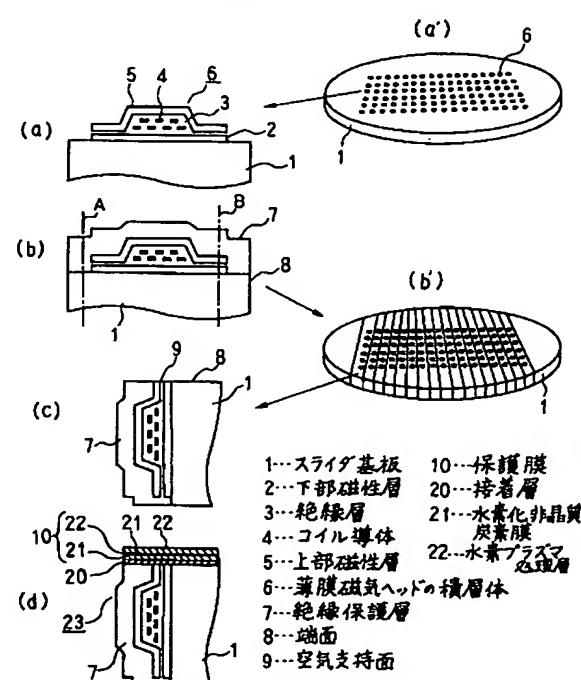
(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッド及び磁気ディスク記録再生装置

(57)【要約】

【課題】良好な耐磨耗性、耐腐食性を有する薄膜磁気ヘッドを提供すること。

【解決手段】保護膜成膜途中に中断して水素プラズマ照射し、また、成膜を継続し、この操作を周期的に複数回繰り返すことにより得られる、膜厚方向に多層の高密度保護膜層を有する積層膜をヘッド浮上面保護膜として用いる。

図2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面に、水素化非晶質炭素系材料の積層膜を保護膜として形成してなる磁気ヘッドであって、積層された保護膜の密度が、膜厚方向に周期的に変化した部分を有して成る薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】保護膜を構成する水素化非晶質炭素系材料が、水素化非晶質炭素及び水素化非晶質炭化珪素の少なくとも1種からなり、保護膜中の水素含有量が5～50原子%であり、かつ、保護膜の密度の変動幅が、1.5g～2.2g/cm<sup>3</sup>の範囲で変動する膜から構成される請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】水素化非晶質炭素系材料の積層膜を構成する単位膜厚を1.5～5nmとして成る請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】保護膜上に空気流制御用レール、もしくはコンタクトレコーディング用突起形状のパッド部分を配設して成る請求項1もしくは2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面に、周期的に密度を変動させる水素化非晶質炭素系材料の保護膜を積層形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、プラズマ励起化学蒸着法、もしくはスパッタリング法にて水素化非晶質炭素系の極薄膜層を形成する成膜工程と、成膜した後に、この極薄膜層の少なくとも表面を水素プラズマ中で処理する水素プラズマ処理工程とを有し、これら成膜工程と水素プラズマ処理工程とを交互に複数回繰り返すことにより、保護膜の密度を周期的に変動させて成る薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】極薄膜層を形成する成膜工程として、水素化非晶質炭素及び水素化非晶質炭化珪素の少なくとも1種の水素化非晶質炭素系材料からなる単位保護膜を形成し、単位保護膜中の水素含有量が5～50原子%で、かつ、単位保護膜の密度の変動幅が、1.5g～2.2g/cm<sup>3</sup>の範囲で変動する成膜工程で構成される請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】水素化非晶質炭素系材料の積層膜を構成する単位保護膜の膜厚を1.5～5nmとして成膜する工程を有して成る請求項5もしくは6記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】薄膜磁気ヘッドを備えた磁気ディスク記録再生装置において、磁気ヘッドを請求項1乃至4のいずれか一に記載の薄膜磁気ヘッドを用いて構成して成る磁気ディスク記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速回転する磁気ディスク上を磁気ヘッドが浮上する、所謂ヘッド浮上型の高記録密度磁気ディスク装置に使用して好適な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法と、それを用いた磁気ディスク記録再生装置に係り、特に磁気ヘッドスライダの磁気

ディスク対向面に保護膜を形成した薄膜磁気ヘッド及びその製造方法と、それを用いた磁気ディスク記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク記録再生装置（以下、磁気ディスク装置と略称する）は、取扱情報量の増大に伴って記録密度の高度化が急速に進展している。磁気ディスク装置の記録密度を高度化するためには、磁気ディスク面上に対する薄膜磁気ヘッドの浮上量を100nm以下に設定する必要があるが、このように浮上量を小さくした場合は、高速で回転する磁気ディスク面に磁気ヘッドスライダが接触又は衝突する機会が増える。このため、磁気ヘッドスライダの空気支持面に形成する保護膜は薄くて強靭であることに加え、高度の耐磨耗性を有することが必要である。

【0003】耐磨耗性の向上については、例えば、特公平7-25607等に記載されているように、特定元素のイオン注入により、表面改質を試みている。

【0004】また、最近では超高密度の記録を実現するため、MRヘッド（磁気抵抗読みとりヘッド）が使用される様になっているが、MRヘッドは従来の誘導型ヘッドと異なり、磁性材料が腐食しやすい欠点があるため、保護膜は磁性材料の腐食を防ぐ役割を備えることも必要になってきた。このような様々な要求に対応するため、含水素非晶質炭素からなる保護膜を採用する提案が、例えば、特開平4-276367号公報に記載されている。含水素非晶質炭素は、ダイヤモンドライクカーボンとも呼ばれており、耐磨耗性に優れ、摺動時に塵を残さない有望な材料である。しかし、更なる高密度記録化のために、ヘッドは益々低浮上化が要求され、それに伴う保護膜厚の極薄膜化の要求から、例えば、保護膜厚が10nm以下になると膜の耐摺動性、耐腐食性に問題が生ずるようになってきた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、上記従来の問題点を解決することにあり、その結果として信頼性の高い薄膜磁気ヘッド及びその製造方法と、それを用いた磁気ディスク記録再生装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、保護膜を高密度化し、膜の硬質化、緻密化を達成する下記の手段によって、効果的に解決することができる。

【0007】すなわち、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの特徴は、磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面に、水素化非晶質炭素系材料の積層膜を保護膜として形成してなる磁気ヘッドであって、積層された保護膜の密度が、膜厚方向に周期的に変化した部分を有して成ることにある。

【0008】保護膜を構成する水素化非晶質炭素系材料

としては、代表的なものとして水素化非晶質炭素及び水素化非晶質炭化珪素の少なくとも1種が挙げられ、そして好ましくは保護膜中の水素含有量は5～50原子%であり、かつ、保護膜の密度の変動幅は、1.5 g～2.2 g/cm<sup>3</sup>の範囲で変動する膜で構成される。

【0009】また、水素化非晶質炭素系材料の積層膜を構成する単位膜厚としては1.5～5 nmが実用的に好ましく、特に2 nm近傍が好ましい。

【0010】さらにまた、磁気ヘッドスライダの保護膜上には、空気流制御用レール、もしくはコンタクトレコーディング用突起形状のパッド部分を配設することが望ましい。

【0011】また、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の特徴は、磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面に、周期的に密度を変動させる水素化非晶質炭素系材料の保護膜を積層形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、プラズマ励起化学蒸着法、もしくはスパッタリング法にて水素化非晶質炭素系の極薄膜層を形成する成膜工程と、成膜した後に、この極薄膜層の少なくとも表面を水素プラズマ中で処理する水素プラズマ処理工程とを有し、これら成膜工程と水素プラズマ処理工程とを交互に複数回繰り返すことにより、保護膜の密度を周期的に変動させるようにして成ることにある。

【0012】水素プラズマ処理方としては、例えば平行平板型プラズマ室に印加電力50～500 W（電力密度0.16～1.6 W/cm<sup>2</sup>）、水素流量1～100 S CCM、処理圧力3～100 Pa程度で5～60秒行うことにより、表面改質の効果が大きい。

【0013】そして、極薄膜層を形成する成膜工程として、好ましくは水素化非晶質炭素及び水素化非晶質炭化珪素の少なくとも1種の水素化非晶質炭素系材料からなる単位保護膜を形成し、単位保護膜中の水素含有量が5～50原子%で、かつ、単位保護膜の密度の変動幅が、1.5 g～2.2 g/cm<sup>3</sup>の範囲で変動する成膜工程で構成することである。

【0014】また、水素化非晶質炭素系材料の積層膜を構成する単位保護膜の膜厚として実用的に好ましくは、1.5～5 nmとして成膜することである。この単位保護膜の膜厚が1.5 nmより薄くなると膜質が著しく低下し、また1.5 nmより厚くなると水素プラズマ処理の効果（膜質を緻密にすると共に硬化させる）が表層部で生じるため、積層膜全体の膜厚を厚くしてしまい高密度記録再生の条件に逆行することになり望ましくない。

【0015】さらにまた、本発明に係る磁気ディスク記録再生装置の特徴は、薄膜磁気ヘッドを備えた磁気ディスク記録再生装置において、磁気ヘッドを上記の本発明に係る薄膜磁気ヘッドを用いて構成したことにある。

【0016】ここで、本発明に到達した技術背景について、以下に具体的に説明する。メタン、水素などのガスを用いて反応性スパッタリングを行った場合の水素化非

晶質炭素系材料膜の密度は1.9 g/cm<sup>3</sup>程度が限界であるが、この膜を水素プラズマ中にさらすと、表面原子の再配列が起こり、膜の密度が2.0 g/cm<sup>3</sup>以上に増大することが、これまでの本発明者らの実験検討によって明らかになった。また、膜の密度を増大させる成膜法として、ECR（エレクトロンサイクロトロンレゾナンス）法やICP（インダクティブリカップルドプラズマ）法でプラズマをたて、これを-1 kV程度の強いDCバイアスで基板までイオン成分を引っ張ることにより、硬くて緻密な膜を得られるが、これらの膜の密度を更に増大するためには上述のように、膜形成後に水素プラズマにさらすと効果的であることがわかった。

【0017】つぎに、平行平板形カソードカッピング法にて水素化非晶質炭素膜を形成する場合を例にとり、具体的な水素プラズマ処理方法の一例を述べる。平行平板形カソードカッピングプラズマCVD法では、基板にかかるセルフバイアスを独立に制御することはできないが、膜の密度を向上するためにはなるべくセルフバイアスを大きくすることが必要である。

【0018】例えば、メタンガスを原料とした場合、真空度6.7 Pa以下で、セルフバイアスを500 V以上になるように成膜条件を決める。通常成膜速度は0.05～0.2 nm/s程度なので100秒以内（1.5～5 nm膜厚）で成膜を中断し、水素プラズマ処理を行う。このとき、基板と対向する電極側に高周波を印加しても、また、基板側に高周波を印加してもかまわない。

【0019】セルフバイアスが300 V以上になる条件を決めて、約60秒間水素プラズマを膜表面に照射する。次にまた、カソードカッピング法にて水素化非晶質炭素膜を1.5～5 nm成膜し、その上から同様の方法で水素プラズマを照射する。これを複数回繰り返すことにより、本来の成膜法で得られる膜以上の密度を有する膜を得ることができる。この際、水素プラズマ処理は膜の極表面（3 nm以下）でしか効果がないため、一度に厚い膜を形成した後に水素プラズマを照射しても膜の深いところまで密度を上げる効果はなく、上述のように1.5～5 nm毎に周期的に繰り返し多層化することが望ましい。

【0020】こうして得られた水素化非晶質炭素膜の構造は例えば、多層膜X線反射スペクトルや、多入射角分光エリプソメータの解析により膜厚方向の密度の変化、屈折率の変化として確認することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を更に具体的に説明する。図1は、本発明の薄膜磁気ヘッドを採用した磁気ディスク記録再生装置の一例を示した一部切欠き要部斜視図である。本装置は、情報を記録する磁気ディスク（記録媒体）14と、磁気ディスク14を回転させるモータ（図示せず）と、磁気ディスク14に情報を書き込み又は磁気ディスク14から情報を読み出

す磁気ヘッドを搭載した磁気ヘッドライダ15と、磁気ヘッドライダ15を支持し、磁気ディスク14の目標位置に決めるアクチュエータ16及びボイスコイルモータ17と、磁気ディスク装置内部を清浄に保つエアフィルタ(図示せず)とをもって構成されている。

【0022】磁気ディスク14は、周知の以下の方法によって製作した。まず、アルミニウム・マグネシウム合金円板にニッケル焼膜を鍍金法により10ミクロン形成し、その表面を研磨した。その上にスパッタ法によりクロムを100ミクロン形成し、更にコバルト合金膜をスパッタ法により50nm形成した。最後に、ディスク表面の保護膜としてスパッタ法により非晶質炭素膜を数十nmの厚さ形成してからその表面に膜厚6nmのパーフルオロエーテル系潤滑膜を付着させた。

【0023】磁気ヘッドライダ15は、後述する実施例に記載の方法で製作した薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気ヘッドライダを用いた。この様にして構成した磁気記録再生装置について摺動試験を行ったところ、再生出力が70%に低下した時の総回転数は50,000回転であり、このときにいずれのヘッドもその表面に傷がないことを確認し、装置として良好な結果が得られた。

【0024】<実施例1>本発明に係わる薄膜磁気ヘッドの一実施例を図2に示した製作工程図にしたがって順次説明する。図2(a)に断面図で示すように、材料がアルチック(A1, O, TiC, 酸化アルミニウム・炭化チタン)からなるスライダ基板1の上に周知の方法により薄膜磁気ヘッドの積層体6を形成した。即ち、スライダ基板1の上にスパッタ法により下部磁性膜2を形成し、その上に二酸化珪素、ポリイミド等の絶縁材料3を成膜した後、エッチング等パターン形成技術により絶縁層3の中にコイル導体4が埋め込まれた構造の積層体を形成した。これらの積層体の上に上部磁性膜5を成膜して薄膜磁気ヘッドの積層体6を形成した。

【0025】ここまで工程では、実際には、図2(a')に斜視図で示すように、スライダ基板1の上に薄膜プロセスを用いて、一括して多数の積層体6のパターンを同時に形成した。なお、基板1の厚さ方向がスライダの長さ方向になる。

【0026】続いて図2(b)に断面図で示すように、積層体6の上に、アルミナ、酸化珪素等の絶縁物をスパッタ法により堆積して、絶縁保護層7を形成した。次いで、同図の一点鎖線の部分A、Bで、図2(b')に斜視図で示すように、基板1を矩形の短冊状に切断して数個ごとに分離する。すなわち、絶縁保護層7が被覆された積層体6が一直線上に複数個配列された列ごとに切断分離する。

【0027】切断してから端面8を上にし、端面8を研削してから研磨し、図2(c)に示すように空気支持面9を形成した。空気支持面9は、ヘッド及びスライダの同一平面上に形成される。空気支持面9の上に、本発明

の保護膜10を次の方法により形成した。

【0028】以下、図2(d)の断面図にしたがって保護膜10の形成方法を説明する。空気支持面9の全面にシリコンをターゲットとしたマグネットロンスパッタ法により膜厚3nmの非晶質シリコン膜を形成し、接着層20とした。成膜の条件は、13.56MHzの高周波電力200W、圧力0.67Pa(パスカル)、アルゴン流量20SCCM(Standard Cubic cm/minute)とした。なお、スライダ基板1に炭素を含む材料を用いる場合には、基板上に形成される水素化非晶質炭素系保護膜10との密着性に問題はなく、接着層20を省略することができる。

【0029】次に、メタンガスを原料とした13.56MHzの平行平板型高周波プラズマCVD法を用いて一層目の単位保護膜として水素化非晶質炭素膜21を2.0nm形成した。形成条件は、基板側に高周波を印加するカソードカップリング法を用い、高周波電力450W、メタンガス流量10SCCM、圧力6.7Paとした。このときの基板1にかかるセルフバイアスは-630Vであった。

【0030】次に13.56MHzの高周波を基板1と対向する電極側に印加するように切り替えて、高周波電力150W、水素ガス流量8SCCM、圧力4.5Paで水素プラズマをたて、これに水素化非晶質炭素膜の表面を30秒間さらし、表層部にプラズマ処理層22を形成した。この際の水素プラズマ処理による膜厚の減少はないことを別の実験で確認している。ここまで工程で、成膜工程(単位保護膜の形成)一水素プラズマ処理工程の1周期が終了したことになる。

【0031】次にまた、メタンガスを10SCCM、圧力6.7Pa、高周波電力450Wで基板側に高周波を印加し、二層目の単位保護膜として水素化非晶質炭素膜21を2.0nm成膜した。さらに、上述の方法で水素プラズマ中に膜表面を30秒間さらし、表層部にプラズマ処理層22を形成した。これで2周期が終了したことになる。こうして、水素化非晶質炭素の全膜厚を4nmとした。

【0032】この膜の含有水素量は薄すぎて測定は不可能であるが、別途上述の操作を繰り返して約80nmの膜厚でHFS(Hydrogen Forward Scattering)測定したところ、水素量は、約25原子%であった。

【0033】また、上記4nmの保護膜10をX線反射スペクトルから解析した膜密度は、4層モデルで解析すると基板側から膜厚0.8nmの部分が密度1.95g/cm<sup>3</sup>、その上の1.2nmの部分が密度2.15g/cm<sup>3</sup>、その上の0.8nmの部分が1.95g/cm<sup>3</sup>、最表面から1.2nmの部分が2.15g/cm<sup>3</sup>であった。このように、成膜途中に水素プラズマ処理を加えることにより上述の条件では、単位保護膜21の膜厚2nmに対して約1.2nmの深さまで膜の密度が向

上することがわかった。

【0034】以上のようにして図2 (d) に示すように、空気支持面9に保護膜10を有する薄膜磁気ヘッド23を搭載したスライダブロックを製作した。

【0035】図3は、磁気ヘッドスライダの加工工程図示したもので、図3 (a) は薄膜磁気ヘッド23を搭載した磁気ヘッドスライダブロックから1個分のスライダを切り出した磁気ヘッドスライダ全体の外観を示している。保護膜10を形成した後、磁気ヘッドスライダに次の方法によりレール加工を行った。

【0036】レールは、ヘッドスライダを高速回転する磁気ディスク上に所望の量(100nm前後)だけ浮上せしめるように空気の流れを制御する働きをするものである。レールは浮上量が極端に小さくなった場合(50nm以下)、コンタクトレコーディング用の突起形状のパッドになる場合もある。いずれの形状の場合でも、加工方法は同じである。

【0037】まず、図3 (b) に示すように、エッチングのマスクとなるポジ型の有機レジストをロールコート印刷法により保護膜10の上に印刷した。これを通常のフォトリソグラフィ法により露光して現像し、レールパターンのマスク11を形成した。

【0038】図3 (c) に示すように、このマスク11を使ってアルゴンガスを用いたイオンミリング法により、レールパターン以外の部分の物質を所定の深さまで除去してレールの形状の残留マスク12を形成した。

【0039】図3 (d) に示すように、残留したマスク12を除去して保護膜10を有するレール13を形成し磁気ヘッドスライダを完成させた。

【0040】製作した薄膜磁気ヘッドを評価した。まず、耐磨耗性については回転ディスクを用い、減速低浮上試験に加え、CSS(Constant Start Stop)摩耗試験を行った。減速低浮上試験では、ディスクの接線方向速度5m/s、浮上量20nm、2,000rpmの条件で500時間後も問題はなく、浮上量40nmでのCSS摩耗試験では、50,000回転後も損傷は見られず、良好な耐磨耗性が得られた。また、耐腐食評価として、二酸化硫黄、二酸化窒素を各1ppm含む恒温恒湿槽に20時間ヘッドを放置した後SEMによる目視観察では、下地の磁性体部分に腐食の発生はなく良好な結果が得られた。

【0041】<実施例2>実施例1と同様の方法で図2 (c) に示す空気支持面9を形成した後、以下の方法で本発明の保護膜10を形成した。

【0042】接着層20は形成せず、メタンガスとシランガスの混合ガスを原料とした13.56MHzの平行平板型高周波プラズマCVD法を用いて一層目の単位保護膜として水素化非晶質炭化珪素膜21を2nm形成した。形成条件は、対向電極側に高周波を印加するアノードカップリング法を用い、高周波電力350W、メタン

ガス流量10SCCM、シランガス流量5SCCM、圧力6.7Paとした。

【0043】次に、同プラズマCVD装置の成膜室を一旦高真空に引き、今度は水素ガス8SCCMを流し、圧力6.7Pa、高周波電力150Wで30秒間水素プラズマを膜表面に照射した。これらの操作を交互に3回繰り返し、合計膜厚6nmの水素化非晶質炭化珪素膜21を保護膜10として形成した。

【0044】以上のようにして図2 (d) に示すように、空気支持面9に保護膜10を有する薄膜磁気ヘッド23が搭載されたスライダブロックを製作した。

【0045】次いで、図3 (a) に示したように、磁気ヘッドスライダブロックから1個分のスライダを切り出し、実施例1と同様の方法でレール加工を行い、図3 (d) に示したように磁気ヘッドスライダを完成させた。

【0046】製作した薄膜磁気ヘッドを評価した耐磨耗性については回転ディスクを用い、減速低浮上試験に加え、CSS摩耗試験を行った。減速低浮上試験では、ディスクの接線方向速度5m/s、浮上量20nm、2,000rpmの条件で500時間後も問題はなく、浮上量40nmでのCSS摩耗試験では、50,000回転後も損傷は見られず、良好な耐磨耗性が得られた。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ヘッドスライダの空気支持面9に、保護膜形成と水素プラズマ処理を交互に複数回繰り返すことにより、保護膜の高密度化を可能とし、良好な耐磨耗性を有する優れた薄膜磁気ヘッドを実現することが可能となった。この様な薄膜磁気ヘッドを採用することにより、信頼性の高い、高密度記録の磁気記録再生装置を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる磁気ディスク記録再生装置の一実施例を説明するための一部切欠き構造斜視図。

【図2】本発明に係わる薄膜磁気ヘッドの一実施例を示す製作工程図。

【図3】図2の薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気ヘッドスライダにレールを形成する工程図。

【符号の説明】

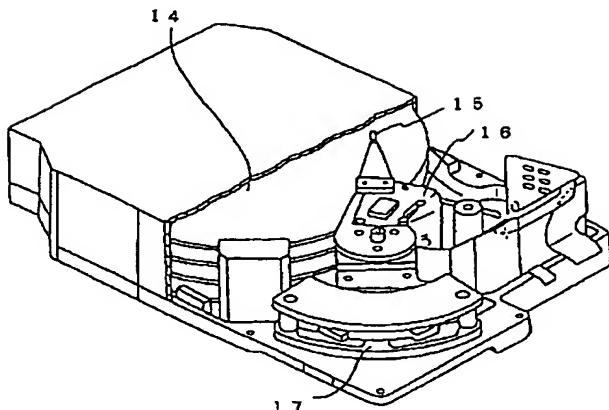
- 1…スライダ基板、
- 2…下部磁性層、
- 3…絶縁層、
- 4…コイル導体、
- 5…上部磁性層、
- 6…薄膜磁気ヘッドの積層体、
- 7…絶縁保護膜、
- 8…端面、
- 9…空気支持面、
- 10…保護膜、
- 11…レールパターンのマスク、

1 2…残留したマスク、  
 1 3…レール、  
 1 4…磁気ディスク、  
 1 5…磁気ヘッドスライダ、  
 1 6…アクチュエータ、  
 1 7…ボイスコイルモータ、

2 0…接着層、  
 2 1…単位保護膜（水素化非晶質炭素膜または水素化非晶質炭化珪素膜）、  
 2 2…水素プラズマ処理層、  
 2 3…薄膜磁気ヘッド。

【図1】

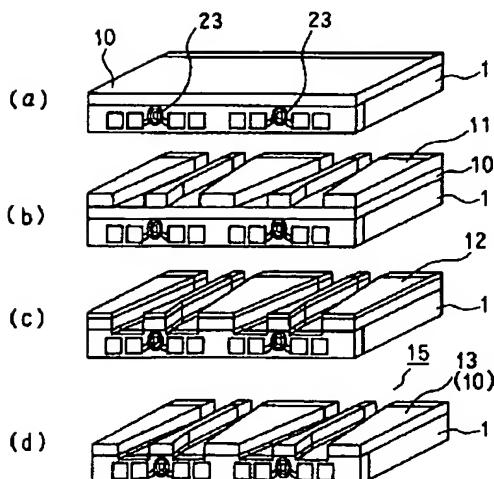
図1



1 4…磁気ディスク  
 1 5…磁気ヘッドスライダ  
 1 6…アクチュエータ  
 1 7…ボイスコイルモータ

【図3】

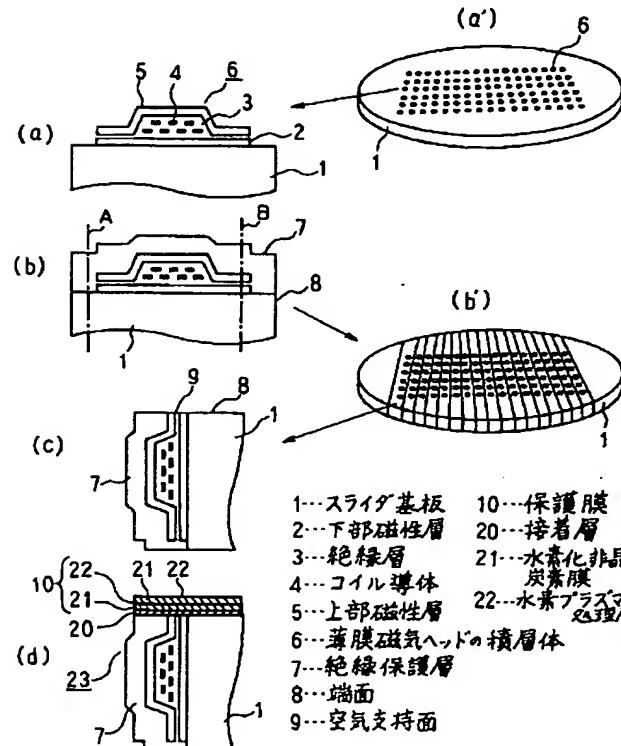
図3



10…保護膜  
 11…レールパターンのマスク  
 12…残留したマスク  
 13…レール  
 23…保護膜を有する薄膜磁気ヘッド

【図2】

図2



1…スライダ基板 10…保護膜  
 2…下部磁性層 20…接着層  
 3…絶縁層 21…水素化非晶質  
 4…コイル導体 22…炭素膜  
 5…上部磁性層 22…水素プラズマ  
 6…薄膜磁気ヘッドの横層体  
 7…絶縁保護層  
 8…端面  
 9…空気支持面

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>1</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
G 11 B 5/60 G 11 B 5/60 Z